

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-279385

(43)Date of publication of application : 10.10.2001

(51)Int.Cl.

C22C 38/00

C22C 38/50

(21)Application number : 2000-095275

(71)Applicant : AICHI STEEL WORKS LTD

(22)Date of filing : 29.03.2000

(72)Inventor : NAKAGAWA HIDEKI
NISHIKAWA TOMOAKI**(54) MARTENSITIC PRECIPITATION HARDENING STAINLESS STEEL FOR MACHINE STRUCTURAL USE****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a martensitic precipitation hardening stainless steel for machine structural use, superior in cold workability and machinability compared to the conventional one and excellent in aging hardenability and fatigue characteristic.

SOLUTION: The martensitic precipitation hardening stainless steel for machine structural use is composed of an alloy steel which has a chemical composition containing, by weight, $\leq 0.03\%$ C, $0.5-0.95\%$ Si, $\leq 1.0\%$ Mn, $1.5-3.5\%$ Cu, $5.0-8.0\%$ Ni, $14.0-17.0\%$ Cr, $0.65-1.5\%$ Ti, $\leq 0.05\%$ Al, $0.1-0.4\%$ Nb, $\leq 0.015\%$ N, $\leq 0.005\%$ O and other inevitable impurities and satisfying $Nb/C \geq 10$ and $Ti/N \geq 50$. Moreover, the structure after solid solution heat treatment consists of martensite and ≤ 5 vol.% ferrite and has ≤ 300 Hv hardness. Further, hardness can be increased to ≥ 510 Hv by subsequent aging treatment, and hardness increment ΔHv due to aging becomes ≥ 230 .

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3452251

[Date of registration] 18.07.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-279385

(P2001-279385A)

(43) 公開日 平成13年10月10日 (2001. 10. 10)

(51) Int.Cl.¹

C 2 2 C 38/00
38/50

識別記号

3 0 2

F I

C 2 2 C 38/00
38/50

テマコード* (参考)

3 0 2 H

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-95275 (P2000-95275)

(22) 出願日 平成12年3月29日 (2000. 3. 29)

(71) 出願人 000116655

愛知製鋼株式会社

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地

(72) 発明者 中川 英樹

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製
鋼株式会社内

(72) 発明者 西川 友章

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製
鋼株式会社内

(54) 【発明の名称】 機械構造用マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼

(57) 【要約】

【課題】 従来よりも冷間加工性や機械加工性が良好で、かつ優れた時効硬化能、疲労特性をもつ機械構造用マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼の提供。

【解決手段】 化学組成が重量%で、C : 0.03%以下、Si : 0.5~0.95% Mn : 1.0%以下、Cu : 1.5~3.5% Ni : 5.0~8.0% Cr : 14.0~17.0% Ti : 0.65~1.5% Al : 0.05%以下、Nb : 0.1~0.4% N : 0.015%以下、O : 0.005%以下を含み、Nb/C : 10以上、Ti/N : 50以上で、その他不可避の不純物を含む合金鋼から成り、固溶化処理後の組織がマルテンサイトと5vol%以下フェライトから成り、また硬さがHv300以下であり、さらに、その後の時効処理により硬さがHv510以上となり、時効による硬さ上昇分ΔHvが230以上となる機械構造用マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼。

【特許請求の範囲】

【請求項1】化学組成が重量%で、C：0.03%以下、Si：0.5～0.95%、Mn：1.0%以下、Cu：1.5～3.5%、Ni：5.0～8.0%、Cr：14.0～17.0%、Ti：0.65～1.5%、Al：0.05%以下、Nb：0.1～0.4%、N：0.015%以下、O：0.005%以下を含み、Nb/C：10以上、Ti/N：50以上で、その他不可避の不純物を含む合金鋼から成り、固溶化処理後の組織がマルテンサイトと5vol%以下フェライトから成り、また硬さがHv300以下であり、さらに、その後の時効処理により硬さがHv510以上となり、時効による硬さ上昇分 ΔH_v が230以上となる機械構造用マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼。

【請求項2】化学組成が重量%で、C：0.03%以下、Si：0.5～0.95%、Mn：1.0%以下、Cu：1.5～3.5%、Ni：5.0～8.0%、Cr：14.0～17.0%、Ti：0.65～1.5%、Al：0.05%以下、Nb：0.1～0.4%、N：0.015%以下、O：0.005%以下、Mo：1.0%以下を含み、Nb/C：10以上、Ti/N：50以上で、その他不可避の不純物を含む合金鋼から成り、固溶化処理後の組織がマルテンサイトと5vol%以下フェライトから成り、また硬さがHv300以下であり、さらに、その後の時効処理により硬さがHv510以上となり、時効による硬さ上昇分 ΔH_v が230以上となる機械構造用マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】本発明はCu、Si、Tiを複合添加することによって時効硬化能を向上させ、さらに、NbとC、およびTiとNの適正なバランスを見出すことによって、固溶化処理後の硬さの抑制と時効硬化能の向上の両立を可能にした、機械構造用マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼に関する。

【0002】

【発明の属する技術分野】本発明は、機械構造用マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼に係わり、例えば、耐食性が要求され、かつ高面圧を受けて使用される軸受、歯車等や、疲労強度を要求されるシャフト類等に関わる。

【0003】

【従来の技術】従来、高い耐食性を保持し、かつ高強度が要求される機械構造部材にはSUS630が一般的に使用されている。しかしながら、近年、機械構造体の小型、軽量化の進展にともない、その結果として、軸受やシャフト類等は高荷重、高面圧といった過酷な使用環境に置かれており、材料強度不足が問題となっている。SUS630より高硬度が得られる材料としては、SUS631があるが、この鋼種はAlを多量に含むため、鋼の製造性が悪く、かつ疲労破壊の原因となる酸化物系介在物が多く生成してしまう。さらに、これらの鋼種は冷間加工性や機械加工性が悪く、部品製造コスト削減のためには固溶化処理後の硬さを極力低減したい要求があ

る。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記に示したような問題点に対して、時効によって高硬度を得るという点では、特開昭60-36649、特開昭60-177134、特開平4-5726、特開平4-36441、特開平7-157850、特開平8-74006等があるが、いずれも固溶化処理後の硬さに配慮が欠けており、すなわち固溶化硬さが高く、時効硬化能(ΔH_v)が低い。また、特開平8-19507や登録2571949では固溶化処理後の硬さを低減するため、フェライトを多量に生成させている。しかし、このフェライトは時効処理後にも残存し、時効硬化能を低下させるばかりでなく、疲労特性を低下させる原因となる。本発明はこのような問題を解決するために、鋭意研究を重ねた結果得られたもので、機械構造用マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼を提供するものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、固溶化処理後の硬さを低減させるため、NbおよびTiを添加し、かつNbとCおよびTiとNの比率を限定することで、固溶CおよびN量を低減し、かつSi、Cu、Cr、Ni、Mo等の添加量を限定することで、疲労特性に悪影響を及ぼすフェライトの生成を抑制するとともに、さらに時効硬化能を現出するCu、Si、Tiをバランス良く複合添加することで、高時効硬化能を実現したものである。

【0006】従って、本発明の機械構造用マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼は、化学組成が重量%で、C：0.03%以下、Si：0.5～0.95%、Mn：1.0%以下、Cu：1.5～3.5%、Ni：5.0～8.0%、Cr：14.0～17.0%、Ti：0.65～1.5%、Al：0.05%以下、Nb：0.1～0.4%、N：0.015%以下、O：0.005%以下を含み、Nb/C：10以上、Ti/N：50以上で、あるいは、Mo：1%以下を含んでもよく、その他不可避の不純物を含む合金鋼から成り、固溶化処理後の組織がマルテンサイトと5vol%以下フェライトから成り、また硬さがHv300以下であり、さらに、その後の時効処理により硬さがHv510以上となり、時効による硬さ上昇分 ΔH_v が230以上となるものである。次に化学組成等の限定理由について述べる。

【0007】C：0.03%以下

Cは固溶化処理後に生成するマルテンサイトに固溶していると、その硬さを上昇させるばかりでなく、耐食性が劣化させる原因にもなるので、上限を0.03%とした。

【0008】Si：0.5～0.95%

Siは鋼の製造時に脱酸材として添加される元素であるが、Cu、Tiと複合添加することによって高時効硬化能を高める元素でもあり、その効果のためには0.5%以上の添加が必要である。しかし、0.95%を超えて添加すると、固溶化処理後のマルテンサイトを固溶強化して硬さをト昇させるばかりでなく、フェライトの生成を促進し

てしまうため上限を0.95%とした。

【0009】Mn：1.0%以下

Mnは固溶化処理時のフェライトの生成を抑制するが、同時に疲労特性に悪影響を及ぼすMnSの非金属介在物を生成し、さらに熱間加工性を阻害するので、上限を1.0%とした。

【0010】Cu：1.5～3.5%

CuはSUS630にも添加されているように、時効硬化能を現出させる重要な元素で、さらに耐食性も改善する効果もあるため1.5%を下限とし、過剰に添加すると熱間加工性を著しく阻害するため上限を3.5%とした。さらに望ましくは2.6～3.5%である。

【0011】Ni：5.0～8.0%

Niは耐食性を改善し、さらにフェライトの生成を抑制する効果に加えて、Si、Tiと結合することで高時効硬化能を現出する重要な元素で、その効果のためには5.0%以上必要で、過剰に添加するとその効果が飽和するばかりでなく、材料コストを上昇させてしまうため上限を8.0%とした。さらに望ましくは6.5～8.0%である。

【0012】Cr：14.0～17.0%

Crはステンレス鋼の耐食性を与えるのに必須の元素であり、その効果を十分に引き出すためには14.0%以上が必要で、過剰に添加するとフェライトの生成を促進するため上限を17.0%とした。さらに望ましくは14.5～16.0%である。

【0013】Mo：1.0%以下

Moは耐食性を向上させる元素として知られており、1.0%まで添加してもよい。しかし、過剰に添加すると固溶化処理後のマルテンサイトを固溶強化して硬さを上昇させるばかりでなく、フェライトの生成を促進し、さらに材料コストも上昇させてしまうため上限を1.0%とした。

【0014】Ti：0.65～1.5%

Tiは高時効硬化能を現出する重要な元素で、高硬度を必要とする本発明では0.65%以上が必要である。しかし、過剰に添加すると時効硬化能はさらに上昇するが、TiNの大きな非金属介在物を生成しやすくなり、結果として疲労特性向上効果が飽和し、ともすれば劣化させてしまうため上限を1.5%とした。さらに望ましくは上限0.95%である。

【0015】Al：0.05%以下

Alは鋼の製造上、脱酸材として添加され、多量に添加するとNiと結合することで時効硬化能を発現するが、同時にアルミナのような酸化物系介在物を多量に生成するため、製造性を阻害するばかりでなく、この介在物が疲労特性を劣化させてしまう。従って、本発明では時効硬化能の現出にAlを使用しないので上限を0.05%とした。

【0016】Nb：0.1～0.4%

NbはCと非常に親和力の強い元素で、固溶化処理時にマルテンサイト中にCが固溶するのを防止し、その硬さ

を低減するのに有効な元素である。その効果のためには0.1%以上の添加が必要であり、過剰の添加はその効果が飽和するばかりでなく、材料コストを上昇させてしまうので上限を0.4%とした。

【0017】N：0.015%以下

Nは鋼中に不可避に存在する元素であるが、Tiとの親和力が非常に強く、非金属介在物であるTiNを生成し、疲労特性に悪影響を及ぼすばかりでなく、時効硬化に寄与するTiを確保するためには少なくとも0.015%以下にする必要がある。

【0018】O：0.005%以下

Oは鋼中において、ほとんどがアルミナに代表される酸化物系介在物として存在し、この介在物は疲労特性を大きく劣化させるので上限を0.005%とした。さらに望ましくは0.003%以下である。

【0019】Nb/C：10以上

Nb/Cは固溶化処理後の硬さを左右する非常に重要な因子であることが判明し、その効果のためには10以上とする必要がある。

20 【0020】Ti/N：50以上

Ti/Nは固溶化処理後の硬さを左右し、さらに時効硬化能にも影響する重要な因子であることが判明し、その効果のためには50以上が必要である。

【0021】固溶化処理後のフェライト量：5vol%以下
機械構造部材として疲労特性は非常に重要である。固溶化処理後のフェライトは時効によって消失することではなく、マルテンサイト中にこの軟質なフェライトが存在すると疲労特性に悪影響を及ぼす。従って、その上限を5vol%とした。

30 【0022】固溶化処理後の硬さ：Hv300以下

SUS630等のマルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼は機械構造部材となる過程で、冷間加工や機械加工によって部品形状に成形される。その加工性を向上させるため固溶化処理後の硬さの上限をHv300とした。

【0023】時効処理後の硬さ：Hv510以上

機械構造部材の高強度化として、高度で安定な効果を得るために下限をHv510とした。

【0024】時効硬化能 ΔHv ：230以上

固溶化処理後の硬さを極力低減し、かつ時効硬化能を端的に表現するものとして ΔHv の下限を230とした。

【0025】この本発明において、これら合金元素の他に、鋼の製造上不可避の不純物を含む。その中でBについては、本発明の特徴である固溶化硬さや時効硬さに影響を及ぼす元素ではなく、むしろ熱間加工性を改良する場合があるため、必要に応じて添加してもよい。

【0026】

【発明の実施の形態】表1におけるA～Hは本発明による鋼の化学成分を、I～Pは比較鋼を、Qは従来鋼であるSUS630の化学成分を示す。また同時にNb/C、Ti/Nも示す。

【表1】

		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	Al	N	O	Nb/C	Ti/N
本発明鋼	A	0.02	0.91	0.65	0.025	0.004	2.72	7.02	14.9	0.02	0.30	0.75	0.030	0.0090	0.0035	15.0	83.3
	B	0.01	0.85	0.78	0.030	0.004	3.00	6.71	15.5	0.01	0.25	0.80	0.031	0.0088	0.0027	25.0	90.9
	C	0.03	0.81	0.45	0.032	0.002	2.61	6.58	14.6	0.02	0.32	0.68	0.025	0.0120	0.0034	10.7	55.0
	D	0.03	0.57	0.83	0.030	0.003	1.73	5.30	14.2	0.02	0.34	1.42	0.035	0.0133	0.0033	11.3	106.8
	E	0.02	0.95	0.50	0.032	0.003	3.29	7.51	15.9	0.03	0.37	0.94	0.028	0.0092	0.0021	18.5	102.2
	F	0.02	0.52	0.72	0.029	0.004	3.23	7.62	16.6	0.01	0.29	1.38	0.033	0.0110	0.0028	14.5	125.6
	G	0.03	0.71	0.78	0.027	0.002	2.98	6.93	15.1	0.01	0.33	0.68	0.023	0.0076	0.0038	11.0	89.5
	H	0.02	0.94	0.80	0.030	0.003	2.60	7.09	15.0	0.65	0.30	0.80	0.030	0.0096	0.0027	15.0	83.3
比較鋼	I	0.05	0.70	0.51	0.030	0.004	2.22	6.79	15.0	0.03	0.35	0.71	0.034	0.0111	0.0036	7.0	64.0
	J	0.03	0.78	0.60	0.031	0.004	2.88	6.52	15.4	0.03	0.22	0.74	0.029	0.0089	0.0028	7.3	83.1
	K	0.01	1.48	0.70	0.034	0.003	2.02	7.10	15.2	0.01	0.21	0.83	0.029	0.0122	0.0025	21.0	68.0
	L	0.02	0.82	0.50	0.029	0.002	1.98	6.91	14.8	0.04	0.29	0.41	0.026	0.0070	0.0031	14.5	58.6
	M	0.03	0.81	0.48	0.027	0.002	1.65	6.62	15.9	0.02	0.30	0.67	0.030	0.0145	0.0033	10.0	46.2
	N	0.03	0.92	0.66	0.031	0.003	2.85	6.95	14.9	0.02	0.33	1.88	0.040	0.0150	0.0035	11.0	125.3
	O	0.02	0.89	0.43	0.032	0.003	3.03	7.30	15.5	0.02	0.32	0.91	0.079	0.0130	0.0039	16.0	70.0
	P	0.02	0.71	0.56	0.027	0.002	1.11	7.25	14.9	0.03	0.26	0.79	0.021	0.0093	0.0028	13.0	84.9
従来鋼	Q	0.05	0.35	0.50	0.035	0.003	3.42	4.48	16.2	0.01	0.20	0.01	0.030	0.0173	0.0041	4.0	0.6

表2は、表1に示した化学成分を有する鋼A～Qの固溶 *および時効硬化能 ΔH_v を示す。

化処理後の硬さとフェライト量、時効処理後の硬さ、および * 【表2】

		固溶化処理後の硬さ(Hv)	フェライト量(vol%)	時効後の硬さ(Hv)	硬さ増分(ΔH_v)
本発明鋼	A	280	2.0	555	275
	B	268	4.1	557	289
	C	286	0.5	546	260
	D	278	1.3	520	242
	E	285	4.9	598	313
	F	266	4.3	580	314
	G	283	0.6	558	275
	H	289	4.6	562	273
比較鋼	I	342	0	582	240
	J	335	2.8	599	264
	K	312	7.4	568	256
	L	290	1.7	496	206
	M	305	4.9	517	212
	N	285	2.9	591	306
	O	280	2.3	578	298
	P	279	1.2	484	185
従来鋼	Q	344	5.3	429	85

さらに表3は表4に示す試験条件において実施した回転曲げ疲労試験により得られた 10^7 回耐久応力と、表5に示す試験条件において実施したスラスト型転動寿命試験より得られた平均寿命を、従来鋼SUS630を基準と

した比を示す。表4には、回転曲げ疲労試験方法を示した。表5には、スラスト型転動寿命試験方法を示した。

【表3】

		回転曲げ疲労試験 10'回耐久応力比	スラスト型転動寿命試験 平均寿命比
本 発 明 鋼	A	1.3	3.3
	B	1.4	3.4
	C	1.4	3.3
	D	1.2	3.0
	E	1.3	4.1
	F	1.4	3.8
	G	1.3	3.4
	H	1.3	3.3
比 較 鋼	I	1.4	3.8
	J	1.4	4.1
	K	1.1	1.3
	L	1.2	2.2
	M	1.2	2.4
	N	1.0	1.3
	O	0.9	1.2
	P	1.1	1.7
従来鋼	Q	1.0	1.0

【表4】

回転曲げ疲労試験条件

試験機	小野式回転曲げ疲労試験機
試験片	平滑試験片、Φ8
回転速度	3600rpm
固溶化	1040℃×30分
時効	480℃×4hr

【表5】

転動寿命試験条件

試験機	スラスト型転動疲労試験機
試験片	Φ60×10mm
応力繰返し速度	1500 cpm
潤滑	マシン油10、浸漬
転動体	3/8インチ鋼球
荷重	133.3kgf
固溶化	1040℃×30分
時効	480℃×4hr

【0027】ここで、本発明鋼はすべて固溶化処理後の硬さはHv300以下であり、そのフェライト量は5vol%以下であり、さらに時効処理後の硬さはHv510以上でΔHvは230以上を示しており、さらに回転曲げ疲労特性、転動疲労特性ともに時効硬さの上昇にともない良好

である。

【0028】一方、これに対して、比較鋼IはCが高く、また比較鋼JはC、Nbが本発明の請求範囲であってもNb/Cが低く、固溶化処理後の硬さが十分に低減されておらず、比較鋼KはSi量が多く固溶化処理後の

硬さも高く、さらにはフェライト量が多いことから疲労特性も良好とは言えない。さらに比較鋼LはTi量が低く、十分な時効処理後の硬さおよび時効硬化能が得られていない。また、比較鋼MはTi、Nが本発明の請求範囲であってもTi/Nが低く、固溶化処理後の硬さが高く、十分な時効硬化能が得られていない。さらに、比較鋼NはTi量が過剰であり、時効処理後の硬さ等は十分であるにかかわらず、Ti/Nが原因となり疲労特性の向上が認められない。

【0029】さらに、比較鋼OはAlが過剰添加されており、時効硬さ等は十分であるにかかわらず、アルミナ等の酸化物系介在物が原因となり疲労特性の向上が認められない。さらに、比較鋼PはCu量が低く、時効処理後の硬さおよび時効硬化能が十分に得られていない。比較鋼K、N、Oは硬さと疲労特性とのバランスが取れておらず、むやみに材料コストを上昇させているのみならず、機械構造用としての用途にとっては不適切であり、

すなわち、機械構造部材の設計に際して受け入れ難いものである。尚、従来鋼はSiが低く、かつTiが添加されておらず十分な時効処理後の硬さが得られていないことがわかる。

【0030】従って、本発明鋼は固溶化処理後の硬さが低く、また時効処理後に高硬度が得られ、その硬さに見合って疲労特性が向上する、機械構造用マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼である。以上に本発明の実施例を詳述したが、これは一例であり、本発明の意図を逸脱しない範囲で、高耐食性、高硬度が要求される機械構造部材に適用可能である。

【0031】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、従来よりも冷間加工性や機械加工性が良好で、かつ優れた時効硬化能、疲労特性をもつ機械構造用マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼を得ることができる。

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Chemical composition by weight % C 0.03% or less, Si 0.5-0.95%, Mn: Less than [1.0%], Cu: 1.5-3.5%, nickel 5.0-8.0%, Less than [aluminum 0.05%], Nb 0.1-0.4%, N 0.015% or less, and O 0.005% or less are included Cr: 14.0-17.0% and Ti 0.65-1.5% By more than Nb/C: 10 and more than Ti/N: 50 In addition, consist of the alloy steel containing an unescapable impurity, and the organization after a solution treatment consists of martensite and a less than [5vol%] ferrite. Moreover, machine structural steel worker martensite system precipitation hardening stainless steel with which hardness is 300 or less Hv, hardness is set to 510 or more Hv(s) by subsequent aging treatment, and hardness lifting part deltaHv by aging becomes 230 or more further.

[Claim 2] Chemical composition by weight % C 0.03% or less, Si 0.5-0.95%, Mn: Less than [1.0%], Cu: 1.5-3.5%, nickel 5.0-8.0%, Cr: 14.0-17.0%, Ti 0.65-1.5%, less than [aluminum 0.05%], Less than [Mo: 1.0%] is included Nb 0.1-0.4%, N: 0.015% or less, and O: 0.005% or less. By more than Nb/C: 10 and more than Ti/N: 50 In addition, consist of the alloy steel containing an unescapable impurity, and the organization after a solution treatment consists of martensite and a less than [5vol%] ferrite. Moreover, machine structural steel worker martensite system precipitation hardening stainless steel with which hardness is 300 or less Hv, hardness is set to 510 or more Hv(s) by subsequent aging treatment, and hardness lifting part deltaHv by aging becomes 230 or more further.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001] This invention relates to the machine structural steel worker martensite system precipitation hardening stainless steel which enabled control of the hardness after a solution treatment, and coexistence of improvement in age-hardening ability by carrying out compound addition of Cu, Si, and Ti by raising age-hardening ability and finding out the proper balance of Nb, C, and Ti and N further.

[0002]

[Field of the Invention] This invention is concerned with bearing, a gearing, etc. which corrosion resistance is required and are used in response to high planar pressure, and the shafts of which fatigue strength is required with respect to machine structural steel worker martensite system precipitation hardening stainless steel.

[0003]

[Description of the Prior Art] Generally SUS630 is used for the machine structural member as which high corrosion resistance is conventionally held, and high intensity is required. However, with small [of the machine structure], and progress of lightweight-izing, as the result, bearing and shafts are put on severe operating environments, such as a high load and high planar pressure, and the lack of material strength poses a problem in recent years. As an ingredient with which a high degree of hardness is obtained from SUS630, although there is SUS631, since this steel type contains aluminum so much, the oxide system inclusion with which the manufacturability of steel is bad with inclusion and causes fatigue breaking will generate it. [many] Furthermore, these steel types have the demand which wants to reduce the hardness after a solution treatment as much as possible, in order cold-working nature and machinability are bad and to be a components manufacturing-cost cutback.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although there are JP,60-36649,A, JP,60-177134,A, JP,4-5726,A, JP,4-36441,A, JP,7-157850,A, JP,8-74006,A, etc. in that a high degree of hardness is obtained according to aging to a trouble as shown above, consideration lacks all at the hardness after a solution treatment, namely, dissolution-ized hardness is high and age-hardening ability (ΔHv) is low. Moreover, in order to reduce the hardness after a solution treatment, the ferrite is made to generate so much in JP,8-19507,A or registration 2571949. However, this ferrite remains also after aging treatment and becomes the cause of it not only reducing age-hardening ability, but reducing a fatigue property. In order to solve such a problem, this invention was obtained as a result of repeating research wholeheartedly, and offers machine structural steel worker martensite system precipitation hardening stainless steel.

[0005]

[Means for Solving the Problem] This invention is adding Nb and Ti and limiting the ratio of Nb, C, and Ti and N, in order to reduce the hardness after a solution treatment. By reducing Dissolution C and the amount of N, and limiting additions, such as Si, Cu, Cr, nickel, and Mo While controlling generation of the ferrite which has an adverse effect on a fatigue property, high age-hardening ability is realized because balance improves [compound addition] Cu, Si, and Ti which appear age-hardening ability further.

[0006] Therefore, the machine structural steel worker martensite system precipitation hardening stainless steel of this invention Chemical composition by weight % C 0.03% or less, Si 0.5-0.95% Mn: Less than [1.0%], Cu: 1.5-3.5% nickel 5.0-8.0% Less than [aluminum 0.05%], Nb 0.1-0.4% N 0.015% or less, and O 0.005% or less are included Cr: 14.0-17.0% and Ti 0.65-1.5% By more than Nb/C: 10 and more than Ti/N 50 Or it consists of the alloy steel which may also contain less than [Mo: 1%], in addition contains an unescapable impurity. The organization after a solution treatment consists of martensite and a less than [5vol%] ferrite, and hardness is 300 or less Hv, hardness is further set to 510 or more Hv(s) by subsequent aging treatment, and 230 or more are the hardness lifting part ΔHv by aging. Next, the reasons for definition of chemical composition etc. are explained.

[0007] Since it not only raises the hardness, but became the cause of degrading corrosion resistance when C 0.03% or less C was dissolving to the martensite generated after a solution treatment, the upper limit was made into 0.03%.

[0008] Si: Although it is the element with which Si is added as deoxidation material 0.5 to 0.95% at the time of manufacture of steel, by carrying out compound addition with Cu and Ti, it is also the element which raises high age-hardening ability, and 0.5% or more needs to be added for the effectiveness. However, when it added exceeding 0.95%, the upper limit was made into 0.95% in order to carry out solid solution strengthening of the martensite after a solution treatment and to promote generation of a ferrite it not only to raise hardness, but.

[0009] Mn: Although Mn controlled generation of the ferrite at the time of a solution treatment 1.0% or less, since

the nonmetallic inclusion of MnS which has an adverse effect on a fatigue property simultaneously was generated and hot-working nature was checked further, the upper limit was made into 1.0%

[0010] Cu: 1.5–3.5% Cu made the upper limit 3.5% in order to check hot-working nature remarkably if the effectiveness of being the important element which makes age-hardening ability appearing, and also improving corrosion resistance further also makes 1.5% a minimum for a certain reason and is added superfluously as added by SUS630. It is 2.6 – 3.5% still more desirably.

[0011] nickel: In addition to the effectiveness which controls generation of a ferrite further, nickel has improved corrosion resistance 5.0 to 8.0% and it was the important element which appears high age-hardening ability by combining with Si and Ti, and the upper limit was made into 8.0% in order to raise ingredient cost for the effectiveness to not only be saturated, but, if it is required 5.0% or more for the effectiveness and adds superfluously. It is 6.5 – 8.0% still more desirably.

[0012] Cr: 14.0–17.0% Cr was an element indispensable although the corrosion resistance of stainless steel is given, and it made the upper limit 17.0% in order to promote generation of a ferrite, if 14.0% or more is required in order to fully pull out the effectiveness, and it adds superfluously. It is 14.5 – 16.0% still more desirably.

[0013] Mo: 1.0% or less Mo is known as an element which raises corrosion resistance, and may be added to 1.0%. However, since it would carry out solid solution strengthening of the martensite after a solution treatment, generation of a ferrite would be promoted it not only raises hardness, but and ingredient cost would also be further raised if it adds superfluously, the upper limit was made into 1.0%

[0014] Ti: 0.65 – 1.5% Ti is the important element which appears high age-hardening ability, and is required of this invention which needs a high degree of hardness. [0.65% or more of] However, when it added superfluously, although age-hardening ability went up further, the upper limit was made into 1.5% in order to become easy to generate the big nonmetallic inclusion of TiN, to saturate the improvement effectiveness in a fatigue property as a result and to make it deteriorate sometimes. It is 0.95% of upper limits still more desirably.

[0015] aluminum: Although age-hardening ability will be discovered by combining with nickel if aluminum is added as deoxidation material on manufacture of steel 0.05% or less and it adds so much, in order to generate oxide system inclusion like an alumina so much simultaneously, it not only checks manufacturability, but this inclusion will degrade a fatigue property. Therefore, in this invention, since aluminum was not used for appearance of age-hardening ability, the upper limit was made into 0.05%

[0016] Nb: 0.1–0.4% Nb(s) are C and an element with a dramatically strong affinity, and are elements effective in preventing that C dissolves in martensite at the time of a solution treatment, and reducing the hardness. For the effectiveness, 0.1% or more needed to be added, and since the effectiveness is not only saturated, but superfluous addition raised ingredient cost, it made the upper limit 0.4%

[0017] Although it is the element with which N exists impossibly in steel N 0.015% or less, an affinity with Ti is dramatically strong, and in order to secure Ti which it not only has an adverse effect on a fatigue property, but contributes to an age-hardening, it is necessary for TiN which is nonmetallic inclusion to be generated, and to make it to at least 0.015% or less.

[0018] O 0.005% or less O existed as oxide system inclusion with which most is represented by the alumina in steel, and since this inclusion degraded the fatigue property greatly, it made the upper limit 0.005% It is 0.003% or less still more desirably.

[0019] It becomes clear that it is the very important factor which influences the hardness after a solution treatment, and or more [Nb/C :] 10 Nb/C needs to carry out to ten or more, in order to be the effectiveness.

[0020] Or more [Ti/N :] 50 Ti/N influences the hardness after a solution treatment, it becomes clear that it is the important factor which also influences age-hardening ability further, and in order to be the effectiveness, 50 or more are required.

[0021] The ferrite content after a solution treatment: The fatigue property is dramatically important as a less than [5vol%] machine structural member. The ferrite after a solution treatment will have an adverse effect on a fatigue property, if it does not disappear according to aging and this elasticity ferrite exists in martensite. Therefore, the upper limit was made into 5vol(s)%

[0022] Hardness after a solution treatment: The martensite system precipitation hardening stainless steel of 300 or less HvSUS630 grade is fabricated in the process used as a machine structural member by the part shape by cold working or machining. In order to raise the workability, the upper limit of the hardness after a solution treatment was set to Hv300.

[0023] Hardness after aging treatment: The minimum was set to Hv510 in order to acquire effectiveness advanced and stable as high-intensity-izing of 510 or more Hv(s) machine structural member.

[0024] The minimum of deltaHv was set to 230 as what reduces the hardness after or more [age-hardening ability deltaHv :] 230 solution treatment as much as possible, and expresses age-hardening ability directly.

[0025] In this this invention, the unescapable impurity other than these alloy elements is included on manufacture of steel. In it, about B, since there is not the element that affects the dissolution-ized hardness which is the description of this invention, and aging hardness but a case where hot-working nature is improved rather, you may add if needed.

[0026]

[Embodiment of the Invention] In A–H in a table 1, Q shows the chemical entity of SUS630 whose I–P is steel conventionally about comparison steel in the chemical entity of the steel by this invention. Moreover, Nb/C and Ti/N are also shown simultaneously.

[A table 1]

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	Al	N	O	Nb/C	Ti/N	
本発明鋼	A	0.02	0.91	0.65	0.025	0.004	2.72	7.02	14.9	0.02	0.30	0.75	0.030	0.0090	0.0035	15.0	83.3
	B	0.01	0.85	0.78	0.030	0.004	3.00	6.71	15.5	0.01	0.25	0.80	0.031	0.0088	0.0027	25.0	90.9
	C	0.03	0.81	0.45	0.032	0.002	2.61	6.58	14.6	0.02	0.32	0.68	0.025	0.0120	0.0034	10.7	55.0
	D	0.03	0.57	0.83	0.030	0.003	1.73	5.30	14.2	0.02	0.34	1.42	0.035	0.0133	0.0033	11.3	106.8
	E	0.02	0.95	0.50	0.032	0.003	3.29	7.51	15.9	0.03	0.37	0.94	0.028	0.0092	0.0021	18.5	102.2
	F	0.02	0.52	0.72	0.029	0.004	3.23	7.62	16.6	0.01	0.29	1.38	0.033	0.0110	0.0028	14.5	125.5
	G	0.03	0.71	0.78	0.027	0.002	2.98	6.93	15.1	0.01	0.33	0.68	0.023	0.0076	0.0038	11.0	89.5
	H	0.02	0.94	0.60	0.030	0.003	2.60	7.09	15.0	0.65	0.30	0.80	0.030	0.0096	0.0027	15.0	83.3
比較鋼	I	0.05	0.70	0.51	0.030	0.004	2.22	6.79	15.0	0.03	0.35	0.71	0.034	0.0111	0.0036	7.0	64.0
	J	0.03	0.78	0.60	0.031	0.004	2.88	6.52	15.4	0.03	0.22	0.74	0.029	0.0089	0.0028	7.3	83.1
	K	0.01	1.48	0.70	0.034	0.003	2.02	7.10	15.2	0.01	0.21	0.83	0.029	0.0122	0.0025	21.0	68.0
	L	0.02	0.82	0.50	0.029	0.002	1.98	6.91	14.8	0.04	0.29	0.41	0.026	0.0070	0.0031	14.5	58.6
	M	0.03	0.81	0.48	0.027	0.002	1.65	6.62	15.9	0.02	0.30	0.67	0.030	0.0145	0.0033	10.0	46.2
	N	0.03	0.92	0.66	0.031	0.003	2.85	6.95	14.9	0.02	0.33	1.88	0.040	0.0150	0.0035	11.0	125.3
	O	0.02	0.89	0.43	0.032	0.003	3.03	7.30	15.5	0.02	0.32	0.91	0.079	0.0130	0.0039	16.0	70.0
	P	0.02	0.71	0.56	0.027	0.002	1.11	7.25	14.9	0.03	0.26	0.79	0.021	0.0093	0.0028	13.0	84.9
従来鋼	Q	0.05	0.35	0.50	0.035	0.003	3.42	4.48	16.2	0.01	0.20	0.01	0.030	0.0173	0.0041	4.0	0.6

A table 2 shows the hardness after the solution treatment of steel A-Q which has the chemical entity shown in a table 1, the hardness after a ferrite content and aging treatment, and age-hardening ability ΔH_v .

[A table 2]

		固溶化処理後の硬さ(Hv)	フェライト量(vol%)	時効後の硬さ(Hv)	硬さ増分(ΔHv)
本発明鋼	A	280	2.0	555	275
	B	268	4.1	557	289
	C	286	0.5	546	260
	D	278	1.3	520	242
	E	285	4.9	598	313
	F	266	4.3	580	314
	G	283	0.6	558	275
	H	289	4.6	562	273
比較鋼	I	342	0	582	240
	J	335	2.8	599	264
	K	312	7.4	568	256
	L	290	1.7	496	206
	M	305	4.9	517	212
	N	285	2.9	591	306
	O	280	2.3	578	298
	P	279	1.2	484	185
従来鋼	Q	344	5.3	429	85

Furthermore, a table 3 shows conventionally the ratio [average life / which was acquired from thrust mold rolling life test carried out in the test condition shown with the 107 times durable stress obtained by the rotary bending fatigue test carried out in the test condition shown in a table 4 in a table 5] on the basis of steel SUS 630. The rotary bending fatigue test approach was shown in a table 4. The thrust mold rolling life test approach was shown in a table 5.

[A table 3]

		回転曲げ疲労試験 10'回耐久応力比	スラスト型転動寿命試験 平均寿命比
本発明鋼	A	1.3	3.3
	B	1.4	3.4
	C	1.4	3.3
	D	1.2	3.0
	E	1.3	4.1
	F	1.4	3.8
	G	1.3	3.4
	H	1.3	3.3
比較鋼	I	1.4	3.8
	J	1.4	4.1
	K	1.1	1.3
	L	1.2	2.2
	M	1.2	2.4
	N	1.0	1.3
	O	0.9	1.2
	P	1.1	1.7
従来鋼	Q	1.0	1.0

[A table 4]

回転曲げ疲労試験条件

試験機	小野式回転曲げ疲労試験機
試験片	平滑試験片、Φ8
回転速度	3600rpm
固溶化	1040°C × 30分
時効	480°C × 4hr

[A table 5]

転動寿命試験条件

試験機	スラスト型転動疲労試験機
試験片	Φ60 × 10mm
応力繰返し速度	1500 cpm
潤滑	マシン油10、浸漬
転動体	3/8インチ鋼球
荷重	133.3kgf
固溶化	1040°C × 30分
時効	480°C × 4hr

[0027] The hardness after a solution treatment of all this invention steel is 300 or less Hv, the ferrite content is less than [5vol%] here, deltaHv shows 230 or more by 510 or more Hv(s), and the hardness after aging treatment is still better in connection with lifting of aging hardness in a rotary bending fatigue property and a rolling fatigue property.

[0028] A fatigue property since there are many amounts of Si, the hardness after a solution treatment of the

comparison steel K is [even if the comparison steel I has /as opposed to /on the other hand /this /high C and C and Nb of the comparison steel J are the generic claims of this invention, Nb/C is low, the hardness after a solution treatment is not fully reduced, but] also high and there are still more ferrite contents cannot be said to be fitness, either. The comparison steel L has the still lower amount of Ti, and the hardness and age-hardening ability after sufficient aging treatment are not obtained. Moreover, the comparison steel M has low Ti/N, even if Ti and N are the generic claims of this invention, its hardness after a solution treatment is high, and sufficient age-hardening ability is not obtained. Furthermore, the comparison steel N has the superfluous amount of Ti, although the hardness after aging treatment etc. is enough, TiN becomes a cause and improvement in a fatigue property is not accepted.

[0029] Furthermore, as for the comparison steel O, superfluous addition of the aluminum is carried out, although aging hardness etc. is enough, oxide system inclusion, such as an alumina, becomes a cause and improvement in a fatigue property does not have private seals. Furthermore, the comparison steel P has the low amount of Cu(s), and the hardness and age-hardening ability after aging treatment are not fully obtained. The comparison steel K, N, and O cannot balance hardness and a fatigue property, for the application as a machine structural steel worker, is unsuitable, namely, it not only is raising ingredient cost recklessly, but it cannot accept it easily on the occasion of the design of a machine structural member. In addition, it turns out that Si of steel is conventionally low, and Ti is not added, and the hardness after sufficient aging treatment is not obtained.

[0030] Therefore, this invention steel is machine structural steel worker martensite system precipitation hardening stainless steel whose fatigue property the hardness after a solution treatment is low, and a high degree of hardness is obtained after aging treatment, balances the hardness, and improves. Although the example of this invention was explained in full detail above, this is an example, is the range which does not deviate from the intention of this invention, and can be applied to the machine structural member as which high corrosion resistance and a high degree of hardness are required.

[0031]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, machine structural steel worker martensite system precipitation hardening stainless steel with the age-hardening ability which cold-working nature and machinability were good, and was superior to before, and a fatigue property can be obtained.

[Translation done.]